柑橘營養之診斷與現況

Nutritional Status of Citrus Groves and Application of Leaf Diagnosis in Taiwan

連 深 張淑賢 黃維廷 吳婉麗*

Lian Shen, Chang Su-san, Huang Wei-ting, Wu Woan-lih

摘 要：葉片營養診斷為多年生作物肥培管理之較佳指標。經過長期的試驗，本省柑橘果園之葉片營養診斷規範業已建立。葉片之取樣時期以8～9月間，取樣部位以當年生春梢無結果枝第3或4葉為準，並訂各種要素之適宜濃度範圍如下：

要素	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					ppm				
椪、桶柑 柳橙	3.0—2.2 2.9—3.1	0.12—0.18	1.4—1.7	2.5—4.5	0.27—0.50	60—120	25—200	5—16	25—100	25—100

依據上述基準本省柑橘果園之營養問題為氮偏高，鉀、鎂、鋅、硼偏低及部分果園銅過高。此種結果係民國71～72年160點及民國76年100點果園調查所得，前後調查結果相當一致。過多的氮肥使果實品質低下（果皮增厚，糖度降低）產量不但未增，反有降低趨勢；鉀肥的不足使果實品質降低（果小，糖、酸度降低）；鎂的不足使落葉增加而終影響品質和產量；硼的不足固影響果實品質，施用的不當亦易導致過多之傷害。

目前臺灣省農業試驗所將成立『土壤及植物體分析診斷中心』，將充實化學分析設備及設計適合本省使用之電腦營養診斷程式以提高診斷效率，並配合各區農業改良場及農會推廣人員之合作，加强有關服務及研究工作。

關鍵字：柑橘、營養診斷、土壤及葉片分析

Key words: citrus, nutrition diagnosis, soil and leaf analysis

一、前 言

『土壤速測』和『葉片分析』為土壤肥力、作物營養診斷的兩種利器。多年生、深根性作物因土壤樣本之採取不易，『葉片分析』遂為其營養診斷的主要工具。

藉葉片分析以診斷作物營養狀態，推測肥料需要量或其他土壤營養管理改良之原理係基於作物的生長量或收量、品質等與葉片中之要素濃度有特定的函數關係[18]；葉片中各種要素濃度低於各要素之特定標準（臨界濃度之下限）則植物生長受阻，收量減少

*臺灣省農業試驗所研究員、副研究員、及助理

Soil Scientist, Associate Soil Scientist and Assistant respectively, Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-feng, Taichung, Taiwan, R. O. C.

或品質降低。反之，要素濃度高於各要素之特定標準（臨界濃度上限），亦會導致收量或品質之降低，如圖1所示。

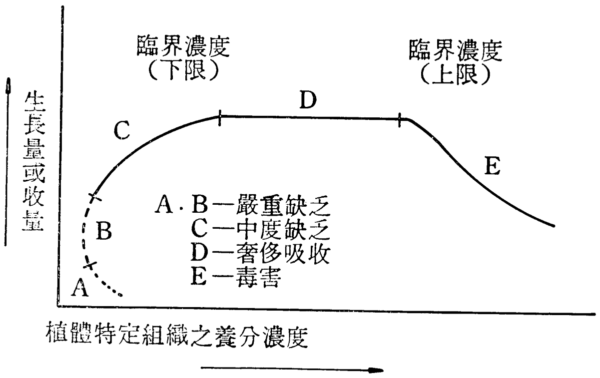


圖1. 植體養份濃度與生長量或收量之關係[25]

Fig. 1. Ralation of mineral composition of tissue to growth or yield.

但上述函數關係係假定葉片樣本之採取時期和部位一定，作物本身的條件（如樹齡、栽植密度、修剪方式、繁茂度等）及栽培的環境（氣候、土壤）等相似的情形下始能成立，故各地必須探討各該環境下不同品種作物之特定函數關係[9]。此亦即葉片分析之應用雖有多年歷史，但各地在其應用時仍需探討其要素濃度之葉齡及部位之變化以便決定取樣方法，並舉辦肥料試驗或實地調查以求診斷之基準濃度緣故。

果樹營養狀態之診斷除依據葉片各要素之臨界濃度或適宜濃度範圍為主流外，亦有學者提倡以葉片中各種要素濃度間之平衡關係（比值）來診斷者，稱為診斷推薦綜合系統[19,26] (Diagnosis and Recommendation Integrated System)。其優點尚有許多議論[23,24]，但無論如何二者均以葉片各種要素濃度為主要診斷對象却是一致。此外亦有分析葉片中之特殊有機成分（酵素活性或代謝產物之濃度）以診斷作物營養者；如氮、磷、鉀、鐵、鋅、硫之營養各以植體組織中之 asparagine, phosphatase, ptolecine, peroxidase, tryptoamine, arginine之活性或濃度診斷是[1]。惟此等生化學方法由於分析步驟較繁應用仍少。以下擬就本省葉片分析應用於柑橘營養診斷之研究及應用之現況介紹，以求指正。

二、本省柑橘葉片分析、營養診斷之基礎

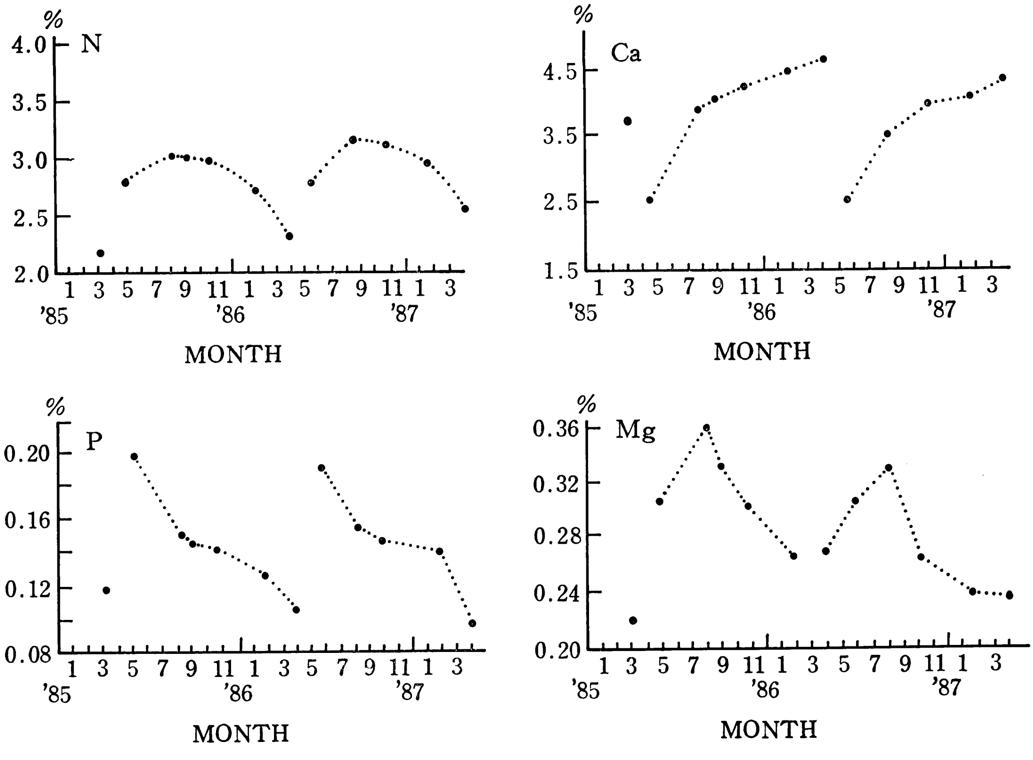
應用葉片分析於營養診斷時葉片之取樣方法及要素濃度適宜範圍之訂定雖然均可參考外國資料，但如前言所述許多要素濃度之適宜範圍係隨作物之品種、栽培方法、環境等而變，並且作物生長的模式亦因地而異，故葉片之取樣及要素濃度之適宜範圍均需在現實的栽培環境下探討，重新釐訂。

1. 各種要素濃度之葉齡、部位等變異及取樣方法之釐訂：

影響葉片要素濃度測值之因子很多，如葉齡、採樣部位（如葉身或葉柄或果樹上之位置、枝條上有無新梢生長等）、樣本大小及個人誤差等是。故在進行葉片分析供作營養診斷之前，對於此等可能影響葉片要素含量之因子均宜先加以詳細研究，求出反映營養狀況最敏感的部位及要素濃度之變異最小的採樣時期。

本省有關柑橘葉片分析採樣技術之研究，最早為邱氏[4]於1961年以其試驗區之椪柑葉為材料探討，(1)採葉時期（但未注意枝梢種類及結果與否），(2)同一枝梢之第一至四葉位，(3)每株採葉數（20，40或80）等對葉片要素濃度之影響。林氏[3]於1964年亦報告桶柑春梢未結果葉片要素濃度之經時變化。邱氏[21]再於1968年探討(1)結果梢與非結果梢葉片要素濃度之差異，(2)當年生春梢葉與去年生夏秋梢葉片要素濃度之差異等。最近張氏等[13,14,15]更以椪柑當年生春梢不結果枝，由頂端數第3、4葉為對象，探討葉片要素濃度之經時變化，結果如圖2。

概言之，柑橘葉片中之氮、磷、鉀、鎂濃度係隨葉齡之增加而降，而鈣（及鐵、錳）濃度則隨葉齡之增加而增，但大體上以8～9月間（葉齡5～6個月）比較穩定，故葉之採樣時期也以該期間為準。又結果枝葉片之要素濃度一般均低於不結果枝，而且其隨葉齡之變化亦較大，故採樣亦以非結果枝較宜。至於同為當年生春梢枝條，若其上有新梢生長，其葉片要素濃度亦會降低，故葉片之採樣亦以當年生春梢中不長新梢者為



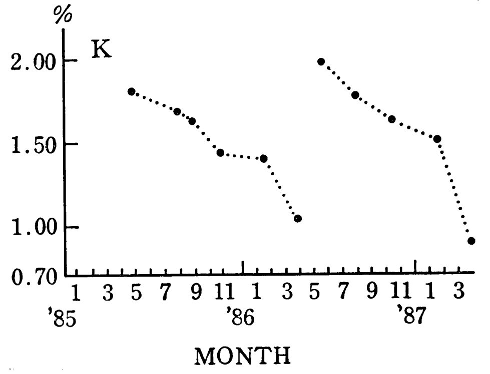


圖2. 春梢不結果枝第3、4葉片各種要素濃度之經時變化。

Fig. 2. Seasonal changes of various mineral element levels (percent dry weight) in the 3rd–4th leaves on the non-fruiting terminals

宜。至於樣本數則每棵樹20，40，80葉之測定值差異並不顯著。

綜合以上試驗結果本省柑橘葉片分析之採樣方法已規定採樣部位爲當年生不具結果枝及分枝之春梢枝條，採取其頂端生長５～６個月的葉片，亦即採取時期爲８～９月間，詳細已述於省農試所編印之『作物需肥診斷技術』[11] 册中。

2. 葉片要素濃度與柑橘產量品質之關係及適宜濃度範圍之釐訂：

葉片要素濃度之適宜範圍爲營養診斷之最重要依據。邱氏[5] 曾以 1971至 1973年新埔、東勢、梅山等三處正常椪柑園之葉齡５個月春梢非結果枝葉片各要素濃度，參酌國內外資料，提出本省柑橘之適宜濃度範圍。（表１）

表 1. 邱氏早期所訂本省柑橘葉片各種要素之適宜濃度範圍與外國資料之比較
Table 1. The earlier criteria of the optimum nutrient levels of citrus leaves proposed by Chiu in Taiwan compared with other workers.

要素別	邱氏 1976[5] 5個月葉齡春梢非結果枝椪柑葉	Chapman 1960[20] 3～7個月葉齡春梢結果枝葉 (Valencia, or Navel)	Embleton 等 1973[22] 5～7個月葉齡春梢非結果枝 (Valencia, or Navel)
N	2.9 ～3.5 %	2.2 ～2.7 %	2.4 ～2.6 %
P	0.12～0.18%	0.12～0.18%	0.12～0.16%
K	0.9 ～1.7 %	1.0 ～1.7 %	0.7 ～1.09%
Ca	2.5 ～4.5 %	3.0 ～6.0 %	3.0 ～5.5 %
Mg	0.25～0.50%	0.30～0.60%	0.26～0.60%

邱氏之標準中氮較 Chapman, Embleton 等氏所訂者爲高而鈣略低。此可能因品種不同（椪柑和桶柑與晚崙夏和華盛頓臍橙）及本省果園 pH 值較低，鈣含量較低有關。惟就氮、鉀而言，適宜範圍實嫌太寬，亦缺實際的試驗依據，於是張氏等[12] 乃於 1982～1983年間再以同樣的採樣方法調查全省80個果園之葉片要素濃度，並就一部份果園進行施肥示範。更自1985年起選擇椪柑（東勢、卓蘭）與柳橙（白河、東山）各四處，設置氮鉀施肥量處理，每處理６株相鄰果樹，計30株，逐株調查葉片營養狀況與果實收量、品質之相關[13,14,15]。此項氮鉀肥試驗現仍繼續進行，但根據所獲試驗結果已提出氮、鉀適宜濃度範圍之修正。

爰示試驗中所得柑橘收量、品質與葉片中若干要素濃度之相關，以示此等要素適宜濃度範圍修訂之依據。

(1)氮素適宜濃度範圍之修訂

圖３示四個試驗地點，每地點30棵柳橙之收量與葉片氮素濃度之關係。由該圖可見葉片氮素濃度之變異範圍在 2.8～3.5%；在該範圍內，收量與葉片氮素濃度有顯著的負相關，雖然仔細觀察亦不難發現此種負相關有不同果園的效果存在。1985和1986兩年的試驗結果合併，依然可以獲得相同的結論（圖４）。又果皮的厚度與氮素濃度有顯著的正相關（圖５），而果周大小及果汁糖度則與葉片氮素濃度均有顯著的負相關（圖６及７）。因氮肥施用過多而徒長夏梢增加，果皮增厚和粗糙，是常見的現象。故氮過高非單對收量無好處，對於品質亦有顯著的負效果。上述關係椪柑和柳橙大致相同，除了氮素濃度之適宜範圍互有稍許差異外（椪柑和柳橙之適宜範圍各修訂爲 3.0～3.2 及 2.9～

3.1%）。

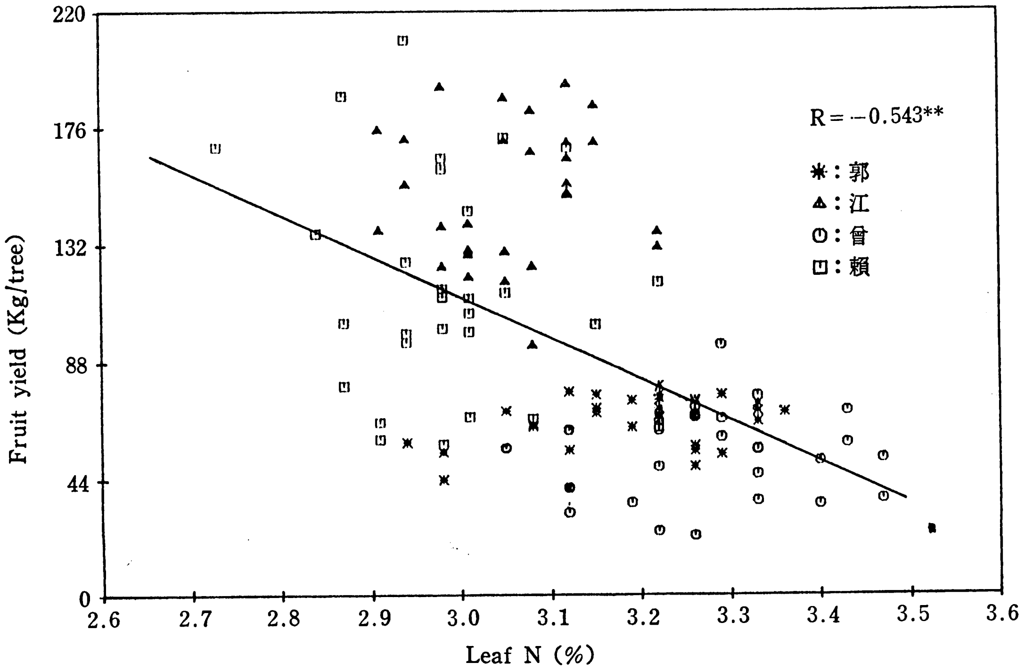


圖 3、葉片氮素濃度與收量之關係（柳橙，1986，4 果園，每園30株）
Fig. 3. Relationship between leaf N level and yield. (Sweet orange, 1986, 4 locations denoted with different symbols each with 30 trees.)

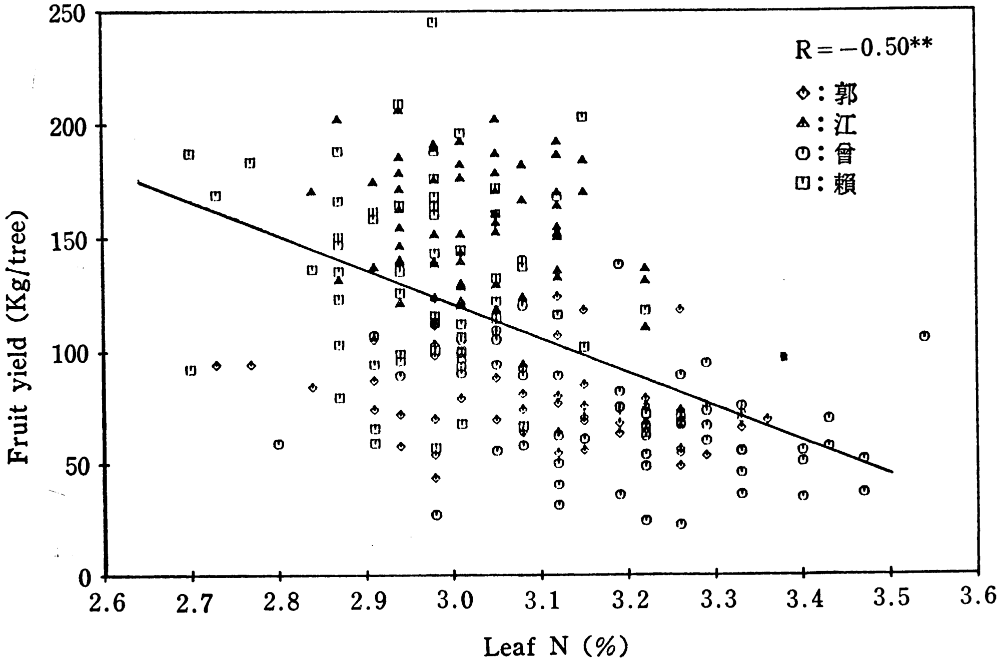


圖 4、葉片氮素濃度與收量之關係（柳橙，1985—1986，4 果園，每園30株，兩年合計60株）
Fig. 4. Relationship between leaf N level and yield. (Sweet organge, 1985–1986, 4 locations denoted with different symbols each with 60 trees in two years.)

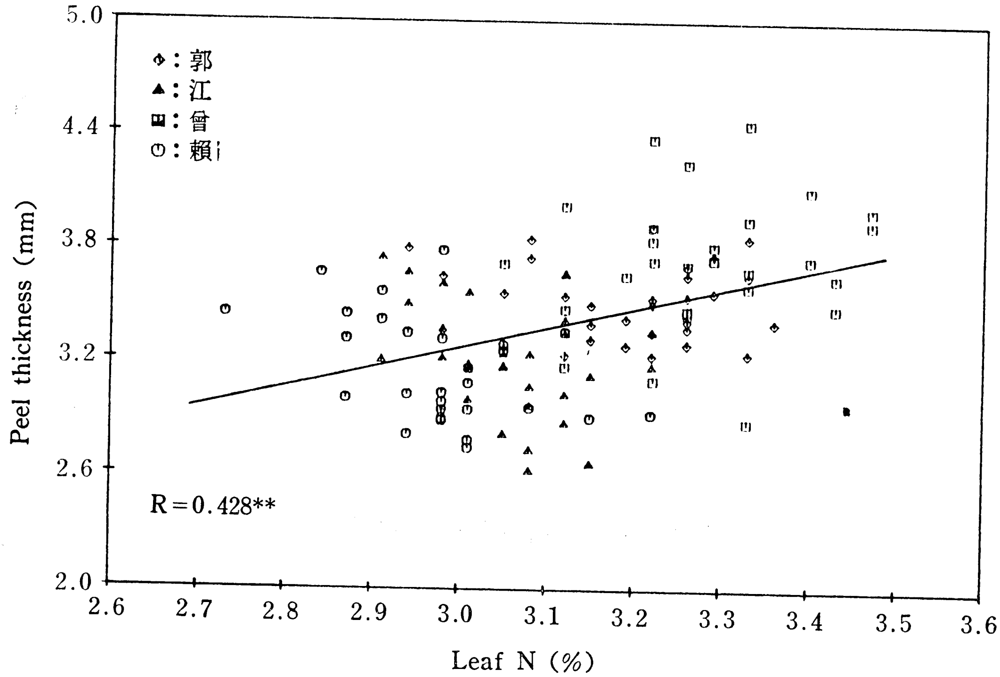


圖5、葉片氮素濃度與果皮厚度之關係（柳橙，1986，4果園，每園30株）

Fig. 5. Relationship between leaf N level and peel thickness. (Sweet orange, 1986, 4 locations denoted with different symbols each with 30 trees.)

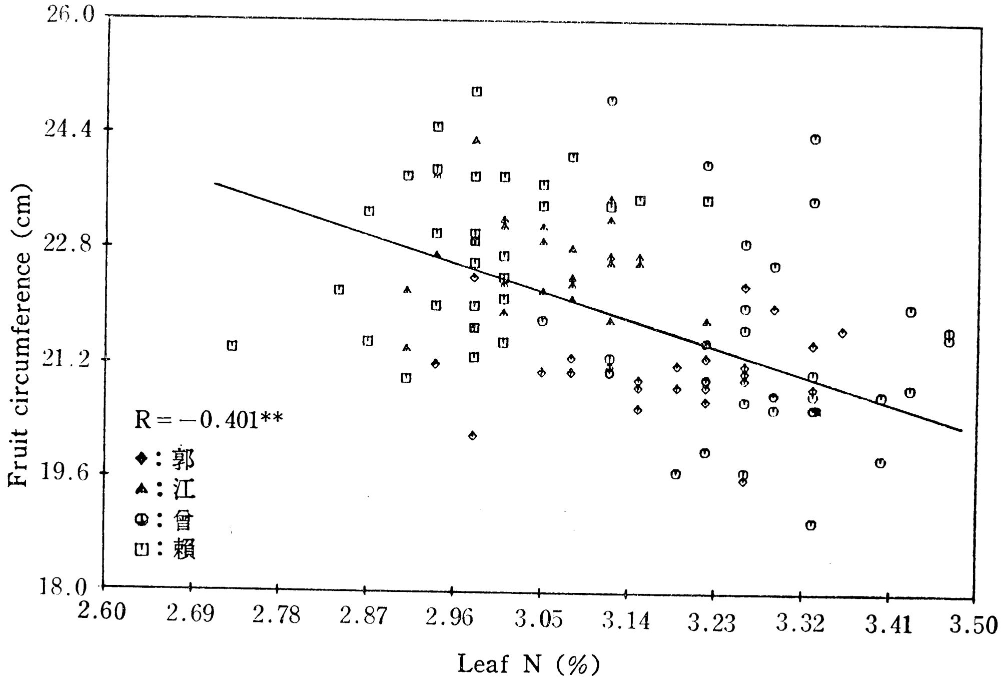


圖6、葉片氮素濃度與果周大小之關係（柳橙，1986，4果園，每園30株）

Fig. 6. Relationship between leaf N level and fruit circumference in cm. (Sweet orange, 1986, 4 locations denoted with different symbols each with 30 trees.)

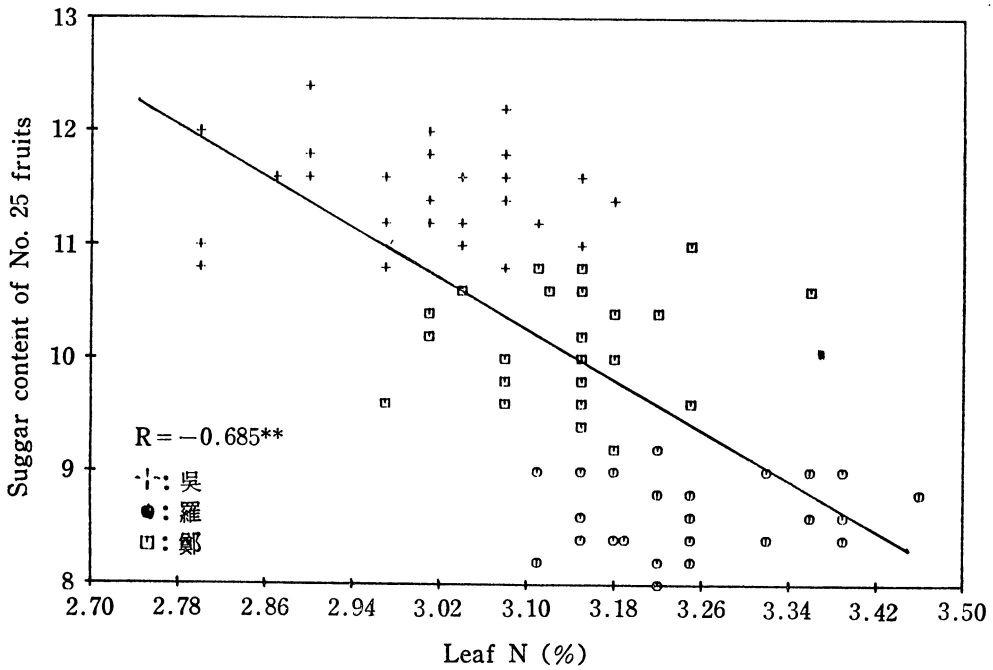


圖7、葉片氮素濃度與果實（果周25公分）糖度之關係（椪柑，1987，3果園，每果園26株）

Fig. 7. Relationship between leaf N level and sugar content of No. 25 fruits. (Pokan, 1987, 3 locations denoted with different symbols each with 26 trees.)

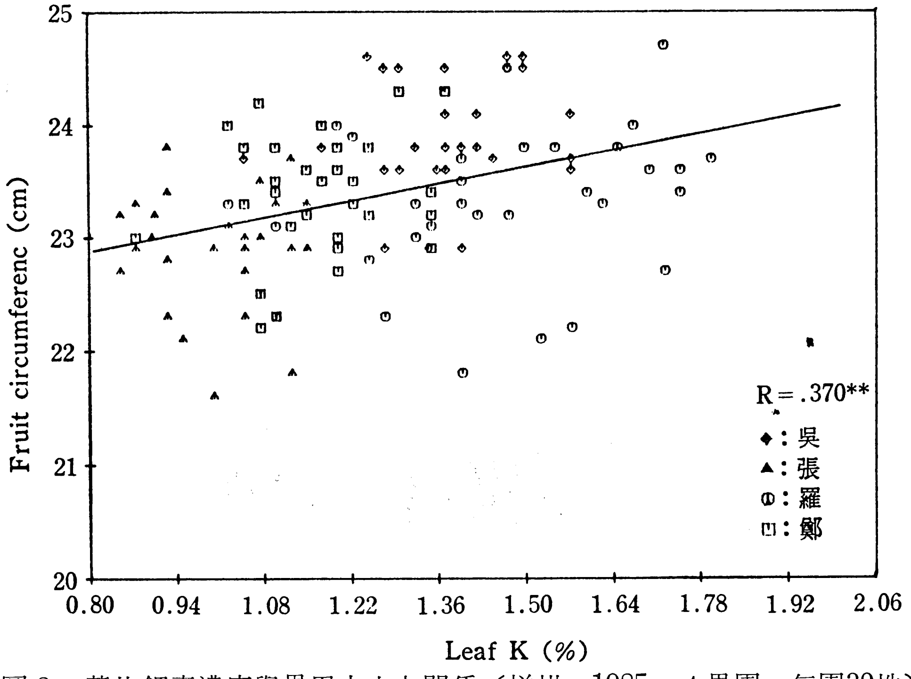


圖8、葉片鉀素濃度與果周大小之關係（椪柑，1985，4果園，每園30株）

Fig. 8. Relationship between leaf K level and fruit circumference in cm. (Pokan, 1985, 4 locations denoted with different symbols each with 30 trees.)

(2)鉀素適宜濃度範圍之修訂

葉片鉀素濃度對果實的大小有正的影響（圖 8），但葉片的鎂素濃度却與鉀素濃度有顯著的負相關（圖 9）。故葉片鎂素的缺乏固與土壤缺鎂有關，亦可能與土壤中鉀素過高有關。故鉀或鎂之施肥除應注意土壤中該個別要素之足否外，亦應注意要素間之平衡，以免因一種要素濃度之過高導致另一種要素之不足。此亦即鉀素濃度對果實大小雖有正效果，但亦不宜太高，其適宜範圍修訂為1.4～1.7%之緣故。

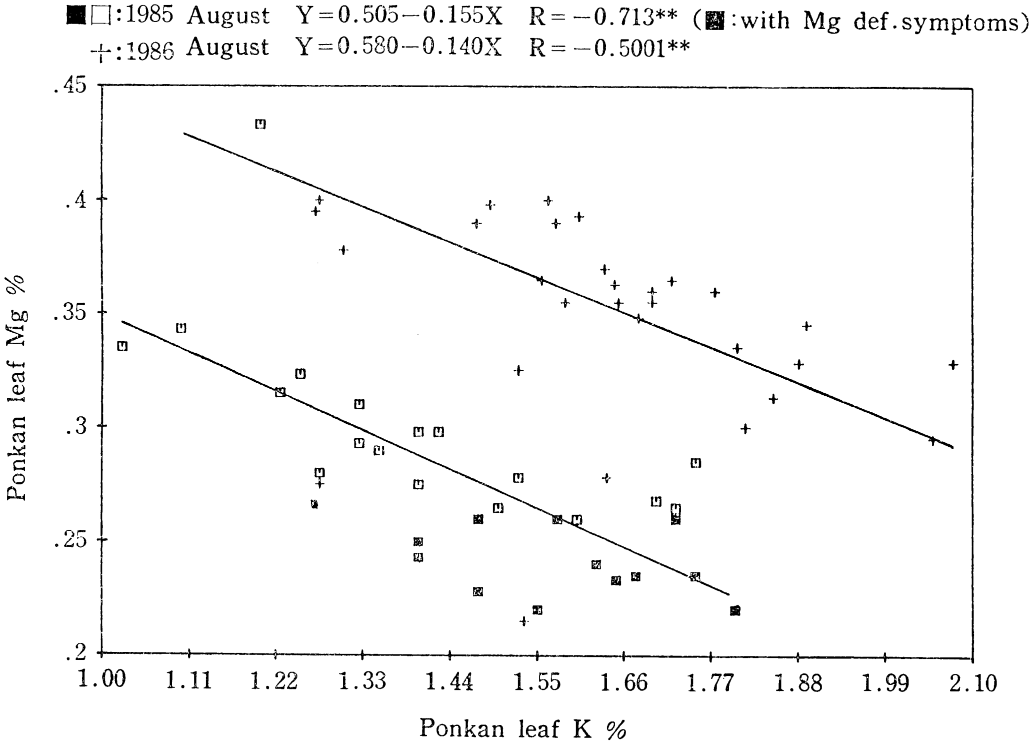


圖 9、葉片中鉀素濃度與鎂素濃度之拮抗關係及施鎂（1986年）之效果（椪柑，羅武雄果園，1985年未施鎂，1986年施硫酸鎂每株0.8公斤）

Fig. 9. Antagonistic relationship between content of magnesium and potassium in citrus leaves with and without application of magnesium sulphate. (0.8 kg/tree/year in 1986, no application in 1985)

由於葉片中不同要素間有拮抗（antagonism）或相助（Synergism）等作用，各種要素間之平衡，向被重視。診斷與推薦綜合系統（DRIS）之方法即以葉片中各種要素濃度之比值評估各要素缺乏或過剩之順序。惟由圖 9 葉片鎂／鉀濃度的負相關固可預計鉀濃度高時鎂濃度可能缺乏，但同圖亦示如鎂濃度高時即使鉀濃度能提高，亦不致缺鎂；即鎂濃度雖隨鉀濃度之增加而降，但鎂缺乏的臨界濃度却相當一致（0.26%），故DRIS 方法以要素間的比值評估要素缺乏或過剩的順序雖屬合理，惟因其不能指出缺乏或過剩之程度，且其手續較煩，以臨界濃度或濃度之適宜範圍來判斷要素之缺乏或過剩仍不失為較簡便、明確的方法。

其他硼、錳、銅等要素之葉片濃度適宜範圍亦和鎂之情形一樣，係以田間柑橘呈現各該要素之缺乏徵狀時之葉片要素濃度所訂定；如缺硼之柑橘樹，其八月間之春梢非結

果枝葉片硼濃度在20ppm以下，而葉片因硼過高呈現毒害徵狀之葉片則硼濃度高達150 ppm以上[6]；呈缺錳徵狀之椪柑，其標準葉片之錳濃度確認低於 20ppm[10]；呈缺鋅徵狀之柑橘葉片，鋅濃度概低於 20ppm[10]；因施用過多波爾多液導致生育不良之椪柑其標準葉片之銅濃度則高達 50ppm以上[10]。

以上確認之鎂、錳、銅、鋅、硼等要素濃度適宜範圍實與 Chapman, Embleton 等[22]所報告者相似，可見功能與酵素活性有關之要素，其缺乏或過剩之臨界濃度實無太大之地域性或品種間差異，故有關基準可以互相通用。

基於以上試驗事實，本省柑橘葉片要素濃度之適宜範圍修定如表 2。本表基準與表 1 邱氏早期所訂基準之主要差異在於氮、鉀適宜濃度範圍之縮小。此項修訂係依據1982～1983年 80處果園葉片要素濃度調查[12]，以及1985～1987年 8 處果園之氮鉀肥試驗和要素濃度調查[13,14,15]的結果，可見其得來非易。惟再看圖 4 ～ 9 葉片氮鉀濃度與果實產量品值關係之分散性（如圖 4 ～ 8 就不同地點而言葉片氮濃度是與果實產量、品質確有負相關，但就各別地點之不同肥料處理果樹而言，則此種關係並不顯著），則亦可了解追求所謂的適宜濃度範圍或臨界濃度之不易及其極限。

三、本省柑橘果園之營養狀況

張氏等[12]於1982及1983年在新竹縣峨眉、寶山及北埔，苗栗縣卓蘭、臺中縣東勢及新社，嘉義縣中埔及梅山，臺南縣白河及東山等地約 80多處椪柑果園（兩年合計 169處），依照標準方法採葉分析以了解果園營養狀況，結果葉片中各種要素之濃度範圍及依據上述基準所判斷之果園各種營養級別（（1）低於適宜濃度範圍，（2）在適宜濃度範圍及（3）高於適宜濃度範圍）分布百分比如表 2。另『土壤及葉片營養診斷在果園施肥改進之應用』計畫 1987年在苗栗縣卓蘭及臺中縣東勢和和平共 100個椪柑果園所作葉片分析、營養診斷結果[7]亦示於同表。

表 2. 本省柑橘葉片各種要素之適宜濃度範圍現行基準

Table 2. The present criteria of the optimun nutrient levels of citrus leaves in Taiwan

要素	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%					ppm				
椪、桶柑	3.0—3.2	0.12—0.18	1.4—1.7	2.5—4.5	0.27—0.50	60—120	25—200	5—16	25—100	25—150
柳橙	2.9—3.1									

取樣部位：春梢無結果枝第 3 或 4 葉。

取樣時期：8 ～ 9 月間。

由表 3 可見1987年100個果園之營養狀況調查結果與1982～1983年169個果園之調查結果相當一致。爰就各種要素之營養狀況分述如下：

1. 三 要 素

氮素濃度屬高者（＞3.2%）相當普遍，佔調查果園總數之 44～57%，顯示氮肥用量過多之問題相當嚴重。磷濃度以適中者居多，雖然1987年之調查結果屬高者亦達43%之多。鉀濃度屬低者佔調查果園總數之42～53%，顯示鉀肥之施用有待鼓勵。

表 3. 本省椪柑葉片之各種要素濃度及各級別分布百分比

Table 3. Concentrations of various elements and percentage distribution of each concentration grade in the leaves of Ponkan

年度地區	1982，1983 新竹、苗栗 臺中、臺南	1987 苗栗、臺中
調查果園數	169	100
N (%)		
Range	2.36—3.92	1.95—3.78
Mean	3.25	3.19
<3.0	6	11
3.0—3.2	37	45
>3.2	57	44
P (%)		
Range	0.084—0.16	0.075—0.27
Mean	0.14	0.165
<0.12	5	20
0.12—0.18	95	37
>0.18	0	43
K (%)		
Range	0.65—2.06	0.50—2.40
Mean	1.21	1.40
<1.4	42	53
1.4—1.7	52	28
>1.7	6	19
Ca (%)		
Range	1.80—4.55	1.29—5.28
Mean	3.13	3.08
<2.5	11	21
2.5—4.5	88	75
>4.5	1	4
Mg (%)		
Range	0.14—0.52	0.11—0.44
Mean	0.304	0.272
<0.25	40	37
0.25—0.50	58	63
>0.50	2	0
Fe (ppm)		
Range	35—103	29—121
Mean	60.1	73.3
<60	50	14
60—120	49	85
>120	1	1
Mn (ppm)		
Range	16—308	14—516
Mean	76.5	85.6
<25	0	5
25—200	99	89
>200	1	6
Cu (ppm)		
Range	4—225	5—100
Mean	18.2	17.5
<5	3	0
5—16	76	68
17—22	12	20
>22	9	12
Zn (ppm)		
Range	14—108	11—89
Mean	31.4	33.1
<25	34	31
25—100	65	69
>100	1	0
B (ppm)		
Range	13—259	
Mean	37.6	
<25	37	
25—150	62	
>150	1	

就柑橘園之三要素慣用量與果樹實際吸收量比較（表 4），亦可見氮素用量偏高；慣用量爲吸收量之 3.1～3.3倍。如以慣用量與果實的實際奪取量比較則達 11倍之多，可見氮肥用量實有減少必要。磷酐用量與吸收量比奪取量較則其倍數更大，亦示其用量過多的情形。

2. 鈣、鎂

鈣濃度以適中者居多，惟鎂則屬低者居多，佔果園總數之37～40%。實際上柑橘缺鎂之徵狀亦是常見，嚴重者有落葉增加現象，故果園鎂素營養管理有待加强。

3. 微量要素

1987年之調查結果示鐵濃度以適中者佔絕大多數（85%）。雖然1982～1983年之結果示有50%果園之葉片鐵濃度屬低，但鑒於調查果園土壤均屬酸性，並且亦無任何缺鐵徵狀報告，預料鐵營養應不成問題。

表 4. 柑橘園三要素慣用量與實際吸收量之比較 (kg/tree)

Table 4. Comparison on the rates of three elements applied and those absorbed by the plant in the citrus orchards. (kg/tree)

地區	調察園數	果實收量	慣用量				吸收量(估計)		
			化肥	化肥＋有機肥	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
東勢及卓蘭椪柑 (1982—1983)	19	84 〔32〕	0.96 〔0.68〕	1.54 〔0.70〕	0.82 〔0.39〕	0.97 〔0.60〕	0.50 (0.13)	0.092 (0.008)	0.34 (0.18)
卓蘭椪柑 (1987)	15	88 〔23〕	1.22 〔0.45〕	1.76 〔0.58〕	1.10 〔0.69〕	1.26 〔0..48〕	0.54 (0.16)	0.100 (0.009)	0.38 (0.19)
臺南及嘉義柳橙 (1982—1983)	10	110 〔56〕	0.97 〔0.41〕	1.14 〔0.47〕	0.42 〔0.24〕	0.65 〔0.33〕	0.66 (0.18)	0.121 (0.011)	0.44 (0.23)

〔 〕：標準機差。
（ ）：果實奪取量。

柑橘園三要素慣用量與實際吸收量之比較（續上表）

地區	調察園數	果實收量	慣用量／吸收量		
			N	P_2O_5	K_2O
東勢及卓蘭椪柑 (1982—1983)	19	84	3.1 (11.8)	8.9 (102.5)	2.9 (5.4)
卓蘭椪柑 (1987)	15	88	3.3 (11.0)	11.0 (122.2)	3.3 (6.6)
臺南及嘉義柳橙 (1982—1983)	10	110	1.7 (6.3)	3.5 (38.2)	1.5 (2.8)

（ ）：慣用量／果實奪取量。

葉片之錳濃度亦以適中者居多（89～99%），惟具有缺錳徵狀之果園却亦能偶而遇見。此種缺錳果園之土壤，其 PH 値却是屬低（4.8～5.2），其 DTPA-$(NH_4)_2CO_3$ 溶性錳含量在 7～24ppm 範圍，可見土壤缺錳並不限於鹼性者，雖然施用石灰過多的土壤較易出現。

在兩次的調查結果中均可見到有不少果園之葉片銅濃度屬高（>17ppm），達21～32%；其屬過高者（>22ppm）亦達 9～12%。葉片銅濃度之屬高顯然與波爾多液之施用有關。筆者等曾目睹並依據葉片分析（銅濃度達 50～160ppm）確認局部果園因波爾多液之泛濫導致生育受阻之情形。惟表 2 調查果園中葉片銅濃度屬高者，尙無顯著生長障礙報告。是否爲波爾多液噴施後的一時現象，抑或其他因素尙待注意。王氏等[2]曾於1974年間調查臺中及新竹地區70處椪柑果園，亦有葉片銅濃度偏高情形之報告。

在兩次的調查中鋅濃度屬低者，各佔34及31%，可見缺鋅或接近缺鋅之問題相當普遍。惟據目睹經驗，此種低鋅果樹多與立枯病株有關，係在各果園中以局部存在。

硼濃度屬低者佔總數果園之37%（1982年～1983年之調查結果），可見硼素營養管理應加重視，雖然顯著缺硼之情形並不多見。

四、葉片分析、營養診斷之限制及改進

本省柑橘果園之營養問題既如上述多端，應用葉片分析以加强營養管理應屬重要。

惟過去葉片之營養診斷較偏重於各種要素臨界濃度或適宜濃度範圍之探討，而對其應用則持較保守態度。

其實葉片中各種要素之臨界濃度或適宜濃度範圍之訂定甚難，蓋影響果實產量、品質之因素除了葉片之要素濃度外，尙有樹齡、栽植密度、修剪方式、繁茂度及氣候、土壤等甚爲複雜，已如前言所述。經濟果樹所謂的產量實際上並非眞正的產量，而是一大堆人爲主觀操作，如修剪、疏果、調整隔年結實等之結果[16]，因此要素濃度之臨界標準並非絕對而是隨著此等因子之變異而變[9]。此種變異就氮素而言尤爲顯著，因其受制於作物羣體之碳素營養之故。事實上本報告第二章本省柑橘葉片營養診斷之基礎中所示葉片氮、鉀濃度與柑橘產量、品質之關係亦是相當分散，故所訂氮、鉀適宜濃度範圍確非具有很嚴格之意義。是故擧辦肥料試驗，而以客觀分析、區域性歸納方法探討適宜濃度基準（或臨界濃度）之工作應適可而止。代之，應以既定基準出發，以主觀、機動調整、再調整的肥培管理作業演繹修訂的彈性濃度標準較能適合實際需要。如斯，一方面既可回饋葉片營養診斷研究於實際，另方面亦有助於既定標準之再修訂，可提高診斷之準確度。蘇氏[17]早年即已建議在主要地區代表性果園設立示範性及觀察性之肥培管理觀察區，由長期收量、品質及葉片要素濃度變遷等記錄，求得適合本省環境之營養診斷規範及肥培管理方針。渠所預期者，自然亦爲具有彈性之靈活技術，可配合環境、樹勢、收量等之變化而調節應用。此項建議業已開始付諸實施，並已收到相當效果。

除了上述葉片營養診斷基準訂定上之困難性外，分析樣本數之未能大量化及分析工作之迅速化亦是遲延葉片分析全面應用之主要原因。幸虧臺灣省農業試驗所在農業委員會的經費支助下正進行設備之充實，將成立土壤及植體分析診斷服務中心，可以彌補此項缺憾。

爲了使診斷的過程迅速化，除了分析自動化的加强外，陳等[8]亦已試擬『柑橘果

表 5. 應用個人電腦程式輸出柑橘之營養診斷及施肥推薦之一例

Table 5. An example of the report of diagnosis and fertilizer recommendation processed through a p. c. program

葉 片 分 析 診 斷 結 果	農業試驗所	09—15—1988

農戶姓名：

農戶地址：鎮里

採樣地點：鎮里

採樣日期（年／月／日）：76/8/15

柑橘種類：椪柑

每公頃株數（株／公頃）：200

樹　齡：10

生育情形：良

是否有嚴重線蟲害：否

過去收量（公斤／株／年）：50

過去肥料慣用種類及施用量（公斤／棵／年）：

化學肥料：

氮　素：2　　磷　酐：1　　氧化鉀：1

有機質肥料：

一般堆肥：3

石灰質肥料：

石灰石粉：3

土壤樣品分析結果：

土壤理化性質：

酸鹼度：5　　有機質（%）：2　　質地：坋質壤土

陽離子交換能量（me/100g）：100

要素含量：

有效性磷（ppm）：50.0　　交換性鉀（ppm）：100.0

交換性鈣（ppm）：100.0　　交換性鎂（ppm）：100.0

葉片分析項目	適中範圍	分析值	分級	修正分級	肥料推薦量及其他建議
氮（%）	3.00— 3.20	3.10	中	中	按慣用量（氮素：2，有機肥：3）
磷（%）	0.12— 0.18	0.14	中	……	按慣用量（磷酐：1）
鉀（%）	1.40— 1.70	1.60	中	……	按慣用量（氧化鉀：1）
鈣（%）	2.50— 4.50	4.40	極低	……	施白雲石粉 1.5公噸／公頃，每年繼續施用以改變pH至5.5～6.0爲目標
鎂（%）	0.26— 0.50	0.25	極低	……	除多季施用白雲石粉 1～2公噸／公頃外，應於春夏季合計施用每棵0.7～1.5公斤硫酸鎂於土中，亦可建議葉面施肥2～3%硫酸鎂，每年噴五次，以藥液不滴下爲度
硼（ppm）	25.00—150.00	15.00	低	……	硼砂用量每棵0～50克
銅（ppm）	5.00— 16.00	4.00	低	……	於早春施用硫酸銅，每棵10～40克或葉面施肥0.2～0.4%硫酸銅於5～8月噴數次
鐵（ppm）	60.00—120.00	40.00	低	……	於早春施用硫酸鐵，每棵50～100克
錳（ppm）	25.00—200.00	20.00	低	……	於早春施用硫酸錳，每棵20～30克
鋅（ppm）	25.00—100.00	20.00	低	……	葉面施肥0.2～0.5%硫酸鋅，每隔7～10天，連續3～4次，並注意鋅缺乏是否因黃龍病引起

附註：因鉀鎂比例高，鉀用量應酌減。

土壤有機質太低，多施有機質肥料或草生栽培以提高土壤有機質。

園土壤及葉分析診斷程式』一種，以便輸入農戶姓名、地址、採樣地點及肥料的慣用種類、用量等資料，葉片和土壤分析結果等，而經過程式的系統分析，可輸出各種要素營養狀態的診斷結果和肥料推薦量等建議處方（表５）。

以上是葉片分析、營養診斷的基礎與現況，惟不可忘的是『診』的字義在於『看』。惟有現場診斷服務人員在採送葉片樣品時多聽、多看、多問，只靠分析中心的化學測定及電腦既設程式的診斷是不够的；分析中心的診斷應屬初診，必須經過現場診斷服務人員所見、所聞所過濾的複診，以及對於該複診結果的切實執行和效果的追蹤方能得到最佳效果。爲達到此種境地，基層診斷服務單位、分析中心以及診斷研究單位的密切配合甚爲重要。

參考文獻

1. 久保田收治・1980・營養診斷・化學と生物18（８）：580—584。
2. 王中立、陳文蔚、洪偉郎、周廷檣 ・1974・ 臺中區及新竹椪柑銅素營養問題之研究・土壤肥料通訊第275期 pp. 1321。
3. 林樸・1964・柑橘葉部氮素含量之季節性變化・中國園藝10（１，２） 6—14。
4. 邱再發、林森岷・1961・利用葉片分析診斷柑橘營養狀態之研究・農業研究10（２）：25—33。
5. 邱再發・1976・柑橘、梨及蘋果葉片營養診斷之研究・中華農業研究25（３）：214—225。
6. 邱再發 、 張淑賢・1983・柑橘缺硼症之診斷與防治方法之研究 ・ 中華農業研究 32（２）：161—171。
7. 桃園區農業改良場、卓蘭鎮農會、臺中區農業改良場、東勢鎮農會、臺灣省農業試驗所・ 1988・ 土壤及葉片營養診斷在果園施肥改進之應用・ 77—農建—10.2—糧—（1）號計畫葉片分析結果資料。
8. 陳琦玲、連深・1988・柑橘葉片營養診斷程式之研擬・未發表。
9. 連深・1981 ・作物分析結果的解釋與施肥推薦・pp . 66—75・作物需肥診斷技術・臺灣省農業試驗所特刊 No. 13。
10. 連深、黃維廷・1988・未發表資料。
11. 張淑賢・1981・植物樣本之採取調製與儲存・pp. 47—52及190，作物需肥診斷技術・臺灣省農業試驗所特刊 No. 13。
12. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深・ 1984・ 柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究・72年度土壤肥料試驗示範報告，臺灣省政府農林廳。
13. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深・ 1985・ 柑橘經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究・73年度土壤肥料試驗示範報告，臺灣省政府農林廳。
14. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深・ 1986・ 葉片分析診斷應用於柑橘園肥培管理之研究・74年度土壤肥料試驗示範報告，臺灣省政府農林廳。
15. 張淑賢、黃維廷、連深・1987・ 葉片分析診斷應用於柑橘園肥培管理之研究・ 75年度土壤肥料試驗示範報告，臺灣省政府農林廳 。
16. 蔡嘻・1979・ 68年度農業試驗研究重點計畫—採行葉片分析技術調整規劃果園肥培

管理作業—簡報，農業委員會資料。
17. 蘇楠榮．1982．農業發展委員會資料。
18. Bates T. E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations on plants and their evaluation: a review. Soil Sci. 112 : 116—130.
19. Beverly R. B., J. C. stark, J. C. Ojala and T. W. Embleton. 1984. Nutrient diagnosis of Valencia oranges by DRIS. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(5) : 649—654.
20. Chapman H. D. 1960. Leaf and soil analysis in citrus orchards. Univ. Calif. Div. Agr. Sci. Ext. Serv. Manual 25 : pp. 53.
21. Chiu T. F. 1968. Experiments on inorganic nutrition of citrus. Soil and Fertilizers in Taiwan 1968. pp. 44—48.
22. Embleton T. W., W. W. Jones, C. K. Labanauskas and W. Reuther. 1973. Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. pp. 184—205 in "The Citrus Industry" III. pp. 184—205.
23. Davee D. E., T. L. Righetti, E. Fallahi and S. Robbins. 1986. An evaluation of the DRIS approach for identifying mineral limitations on yield in Napoleon sweet cherry. J. Amer. Soc. 111(6) : 988—993.
24. Mackay D. C., J. M. Carefoot and T. Entz 1987. Evaluation of the DRIS procedure for assessing the nutritional status of potato (Solanum Tuberosum L.). Comun. in Soil Sci. Plant Anal., 18(12), 1331—1353.
25. Smith. P. F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. A. nnRev. Plant Physiol. 13 : 81—108.
26. Sumner M. E. 1982. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Paper presented to soil/plant analysts' seminar. Council on soil testing and plant analysis. Anaheim, CA. U. S. A.

Summary

The bases of establishing optimum nutrient criteria of citrus leaves for the dignostic purpose in Taiwan have been reviewed.

According to this criteria, the nutritional problems are high in nitrogen and low in potassium, magnesium, zinc and boron. Occasinally the content of copper is high, which might be related to the frequent foliar application of bordeaux mixture.

The diagnostic services on citrus groves will be expanded by strengthening the facilities of chemical analysis and designing of computerized diagnostic programs at Taiwan Agricultural Research Institute, and collaborating with the extension works at District Agricultural Improvent Stations and Farmer's Associations.

問 題 討 論

吳明哲：

請教剛剛報告裡有個表，上面是各種要素最適宜的濃度。爲什麼把椪柑、桶柑合在一起？

連深：

依據邱氏1976年之報告，桶柑與椪柑葉層之無機營養狀態頗爲相似，故二者各種要素濃度之適宜範圍乃訂定同一標準。

蕭吉雄：

請教剛才提到鉀如果施用太多的話會造成鎂缺乏的情形，因爲他們都是一價或是二價的陽離子，是不是其他的像阿摩尼亞的氮肥或鈣肥也可以影響鎂的吸收？

連深：

就椪柑和柳橙而言，其葉片中各種要素濃度間之相關以鉀與鎂及鉀與鈣之負相關最爲顯著；其他要素間之相關均較不穩定或不顯著。故過多的鉀肥顯著影響鎂、鈣的吸收，而氮肥或鈣肥對鎂吸收的影響則較小。